

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-224075

(43)Date of publication of application : 21.08.1998

(51)Int.Cl.

H05K 9/00

B32B 7/02

(21)Application number : 09-022666

(71)Applicant : NIPPON PAINT CO LTD

(22)Date of filing : 05.02.1997

(72)Inventor : MATSUO SEIICHI  
KOMORI HIDEKI

## (54) ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBING MATERIAL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electromagnetic wave absorbing material especially thin and light, and excellent in low-frequency electromagnetic wave absorptivity.

SOLUTION: This absorbing material is composed of an electromagnetic wave reflecting layer, an insulating intermediate layer, and a conductive pattern layer having a conductive loop pattern laminated successively. In this case, a plurality of conductive loops arranged spacially constitute this conductive loop pattern. Each of these conductive loops is caused to have periphery length lower than 50% of the wavelength of an electromagnetic wave which this electromagnetic wave absorbing material absorbs, and each conductive loop is insulated, and the peripheries of adjoining conductive loops are arranged as closely as possible.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.05.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-224075

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 5 K 9/00

H 0 5 K 9/00

M

B 3 2 B 7/02

1 0 4

B 3 2 B 7/02

1 0 4

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-22666

(71) 出願人 000230054

日本ペイント株式会社

大阪府大阪市北区大淀北2丁目1番2号

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月5日

(72) 発明者 松尾 誠一

大阪府寝屋川市池田中町19番17号 日本ペ

イント株式会社内

(72) 発明者 古森 秀樹

大阪府寝屋川市池田中町19番17号 日本ペ

イント株式会社内

(74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外2名)

(54) 【発明の名称】 電磁波吸収材

(57) 【要約】

【課題】 特に薄型軽量で低周波数電磁波吸収性に優れる電磁波吸収材を提供すること。

【解決手段】 順次積層された電磁波反射層、絶縁性中間層、および導電性ループパターンを有する導電性パターン層を有する電磁波吸収材において、該導電性ループパターンが空間的に配置された複数の導電性ループ部から成り、該導電性ループ部が該電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長の50%を下回る外周長さを有し、各導電性ループ部が絶縁しかつ隣接する導電性ループ部の外周部同士が可及的に接近している、電磁波吸収材。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 順次積層された電磁波反射層、絶縁性中間層、および導電性ループパターンを有する導電性パターン層を有する電磁波吸収材において、該導電性ループパターンが空間的に配置された複数の導電性ループ部から成り、該導電性ループ部が該電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長の50%を下回る外周長さを有し、各導電性ループ部が絶縁しかつ隣接する導電性ループ部の外周部同士が可及的に接近している、電磁波吸収材。

【請求項2】 順次積層された電磁波反射層、絶縁性中間層、および導電性ループパターンを有する導電性パターン層を有する電磁波吸収材において、該導電性ループパターンが一の平面上又は互いに平行な複数の平面上に規則的に配置された複数の導電性ループ部から成り、該導電性ループ部が該電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長の50%を下回る外周長さを有し、各導電性ループ部が絶縁しかつ隣接する導電性ループ部の外周部同士が可及的に接近している、電磁波吸収材。

【請求項3】 順次積層された電磁波反射層、絶縁性中間層、および導電性ループパターンを有する導電性パターン層を有する電磁波吸収材において、該導電性ループパターンが一の平面上に規則的に配置された複数の導電性ループ部から成り、該導電性ループ部が該電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長の50%を下回る外周長さを有し、各導電性ループ部が絶縁しかつ隣接する導電性ループ部の外周部同士が可及的に接近している、電磁波吸収材。

【請求項4】 前記複数の導電性ループ部の外周部間距離が1mm以下である請求項3記載の電磁波吸収材。

【請求項5】 順次積層された電磁波反射層、絶縁性中間層、および導電性ループパターンを有する導電性パターン層を有する電磁波吸収材において、該導電性ループパターンが互いに平行な複数の平面上に規則的に配置された複数の導電性ループ部から成り、該導電性ループ部が該電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長の50%を下回る外周長さを有し、各導電性ループ部が絶縁しかつ隣接する導電性ループ部の外周部同士が可及的に接近している、電磁波吸収材。

【請求項6】 前記複数の導電性ループ部の外周部間距離が0.1mm以下である請求項5記載の電磁波吸収材。

【請求項7】 前記複数の導電性ループ部が同一寸法同一形状である請求項1記載の電磁波吸収材。

【請求項8】 前記複数の導電性ループ部が、平面と垂直な方向からみて最密充填状に配置されている請求項7記載の電磁波吸収材。

【請求項9】 前記複数の導電性ループ部が正六角形である請求項8記載の電磁波吸収材。

【請求項10】 前記絶縁性中間層の厚さが0.1～10mmである請求項1記載の電磁波吸収材。

【請求項11】 前記電磁波反射層が、電磁波を反射す

る能力がある導電性材料のパターン又はこれを基材上に設けたものである請求項1記載の電磁波吸収材。

【請求項12】 前記導電性パターン層が、互いに可及的に接近し平行な3枚の平面から成り、第1の平面が、各導電性ループ部が所定の等間隔で互い違いに並ぶように配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部a、a'、a"、・・・を有し、

第2の平面が、各導電性ループ部が第1の平面と同様に並ぶように、かつそれらの外周部が導電性ループ部a、a'、a"、・・・の外周部と可及的に接近するように配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部b、b'、b"、・・・を有し、

第3の平面が、各導電性ループ部が第1の平面と同様に並ぶように、かつそれらの外周部が導電性ループ部a、a'、a"、・・・の外周部及び導電性ループ部b、b'、b"、・・・の外周部と、それぞれ可及的に接近するように配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部c、c'、c"、・・・を有し、各導電性ループ部が該平面と垂直な方向からみて最密充填状に配置されている、請求項5記載の電磁波吸収材。

【請求項13】 前記導電性パターン層が請求項12記載の導電性パターン層を複数積層したものであり、少なくとも前記導電性ループ部a、b及びcが螺旋状に繰返し積まれている請求項5記載の電磁波吸収材。

【請求項14】 前記導電性ループ部が正六角形である請求項12記載の電磁波吸収材。

【請求項15】 (1)第1の絶縁性フィルムに所定の等間隔で互い違いに配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部a、a'、a"、・・・を形成する工程；

(2)第2の絶縁性フィルムに第1の絶縁性フィルムと同様に配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部b、b'、b"、・・・を形成する工程；

(3)第3の絶縁性フィルムに第1の絶縁性フィルムと同様に配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部c、c'、c"、・・・を形成する工程；及び

(4)導電性ループ部a、a'、a"、・・・の外周部と導電性ループ部b、b'、b"、・・・の外周部とが互いに可及的に接近するように第1の絶縁性フィルムと第2の絶縁性フィルムとを重ね、そして導電性ループ部a、a'、a"、・・・の外周部及び導電性ループ部b、b'、b"、・・・の外周部と、導電性ループ部c、c'、c"、・・・の外周部とが、互いに可及的に接近するように第3の絶縁性フィルムを更に重ねることにより、絶縁性フィルムの面と垂直な方向からみて最密充填状に各導電性ループ部を配置する工程；を包含する導電性パターン層の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、導電性ループパタ

ーンを有する電磁波吸収材に関し、特に、薄型で軽量な、低周波数電磁波吸収性の電磁波吸収材に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、携帯電話、無線LANなどの通信システムの発達により、オフィス情報保護、および通信混線を防止する必要性が生じている。そのため、建物およびその一部を電磁波シールド材で囲み、内外の電波を遮断することが通常行われている。

【0003】しかし、金属材料のような、一般に用いられる電磁波反射材は電磁波を100%反射するため、電磁波が室内に蓄積され、通信混線や電子機器の誤動作を引き起こす恐れがある。また、建物に貼られた電磁波反射材により電磁波が反射されると、その近隣でTVゴースト等が発生する。

【0004】上記のような問題を解決するためには、電磁波を反射する電磁波反射材の代わりに、電磁波を吸収してその反射を抑える電磁波吸収材を使用すればよいことが知られている。一般には、フェライトを含む電波吸収材が用いられている。

【0005】しかし、電磁波の中でも携帯電話、無線LANに使用される通信波やTV波は周波数が低く波長が数センチから数メートルと長いため、一般に薄い電波吸収材で効率良く吸収することが困難である。フェライト系電波吸収材を用いる場合は、厚さ6~8mmのフェライト焼結体で足りるが、その重さは40kg/m<sup>2</sup>以上にもなる。これに耐える強度で、建物、特に高層建物を建築するには膨大なコストがかかる。

【0006】電磁波吸収性能が悪く、重い、という従来の電磁波吸収材の問題を解決するため、本発明者らは、薄型で軽量の電磁波吸収材を発明し、特願平7-307248号において提案した。この電磁波吸収材は、  
(1)電磁波反射層、(2)絶縁性中間層、および  
(3)導電性パターンを有する導電性パターン層、が順次積層された積層体である。

【0007】この電磁波吸収材では、電磁波反射層は一般に金属薄膜であり、絶縁性中間層は厚さ0.1~10mmの空気や発泡樹脂であり、導電性パターン層はリソグラフィ法により導電性線分パターンを形成した金属蒸着フィルムである。従って、この電磁波吸収材はフェライト系吸収材と比較して非常に軽量である。

【0008】この電磁波吸収材の導電性線分パターンは、互いに電氣的に絶縁された複数の導電性線分模様から構成される。吸収する電磁波の波長は、個々の導電性線分模様の大きさ、特にその線分の長さを調節することにより調節される。つまり、長い線分を有する大サイズの模様は低周波領域(長波長領域)、短い線分を有する少サイズの模様は高周波領域(短波長領域)の電磁波を中心に吸収する。そして、この電磁波吸収材は周波数60~0.1GHz(波長0.5~300cm)の電磁波を吸収する能力を有する。

【0009】しかし、この電磁波吸収材の導電性線分パターンでは、中間材の厚さが波長の1/4以上必要であることが判明した。従って、その薄型で軽量であるという特徴を損なわずに、特にTV波のような周波数0.08~0.8GHz(波長400~40cm)の低周波数電磁波を吸収するには、薄い中間材でも長波長の電磁波を吸収できるよう導電性パターンを改良することが望まれていた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記従来の問題を解決するものであり、その目的とするところは、特に薄型軽量で低周波数電磁波吸収性に優れる電磁波吸収材を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、順次積層された電磁波反射層、絶縁性中間層、および導電性ループパターンを有する導電性パターン層を有する電磁波吸収材において、該導電性ループパターンが空間的に配置された複数の導電性ループ部から成り、該導電性ループ部が該電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長の50%を下回る外周長さを有し、各導電性ループ部が絶縁しかつ隣接する導電性ループ部の外周部同士が可及的に接近している、電磁波吸収材を提供するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0012】本発明の電磁波吸収材で用いる導電性ループパターンは、複数の導電性ループ部が規則性をもって集合して成る模様である。ループとは、一般には、始点と終点とが同一である閉じた曲線をいう。しかしながら、本発明で用いるループは、始点と終点とが同一で閉じられた線の任意の形状であり、曲線で構成されていても折れた直線で構成されていても良い。例えば、線で構成された円形、および正六角形及び正八角形のような多角形は本発明でいうループである。

【0013】導電性ループとは、線の部分が導電性材料で構成されたループをいう。導電性ループ部とは、導電性材料の線の部分とこれに囲まれた内部との両方を含めたループ全体をいう。導電性ループ部の外周部とは、導電性ループ部のうち導電性材料の線の部分をいう。

【0014】導電性材料としては、一般には通電能力がある金属を用いる。例えば、鉄、アルミニウム、銅、金、クロム及びニッケルのような導電性金属、及びそれらの合金が挙げられる。経済性の観点から、特に好ましいものはアルミニウム及び銅である。

【0015】導電性ループ部の外周長さは、吸収しようとする電磁波の波長に依存して決定される。一般には吸収しようとする電磁波の波長の50%以下、好ましくは30~0.1%、さらに好ましくは10~0.1%とする。本発明者らの検討によれば、導電性ループ部の外周長さと電磁波吸収能力を最大にする中間材厚とは正の相関関係にある。導電性ループ部の外周長さが波長の50

%を上回ると必要となる中間材厚も波長の25%以上となり、特にTV波のような長波長の電磁波を吸収する場合、薄型で軽量であるという本発明の電磁波吸収材料の特徴が失われる。

【0016】TV波のような周波数0.08~0.8GHz（波長40~400cm）の低周波数電磁波を吸収する場合は導電性ループ部の外周長さを、一般に $2 \times 10^3$ mm以下、好ましくは $1.2 \times 10^3 \sim 0.35$ mm、さらに好ましくは $4.0 \times 10^2 \sim 0.35$ mmとする。

【0017】導電性ループ部の外周部の幅は、吸収しようとする周波数の波長と必要とする吸収能力により決定される。一般には、 $1 \times 10^3 \sim 0.05$ mm、好ましくは $1 \times 10^2 \sim 0.1$ mm、さらに好ましくは $1 \times 10^2 \sim 0.3$ mmである。導電性ループ部の外周部の幅が0.05mmを下回るか、又は $1 \times 10^3$ mmを上回ると通信波やTV波のような電磁波の吸収能力が低下する。

【0018】導電性ループ部の厚さは、導体としての機能が害されない限り特に限定されないが、一般に、0.001~20 $\mu$ m、好ましくは0.1~0.01 $\mu$ m、更に好ましくは0.05~0.01 $\mu$ mである。導電性ループ部の厚さが0.001 $\mu$ mを下回ると製造が困難となり、20 $\mu$ mを上回るとエッチングによるループ形成が困難となる。

【0019】このような導電性ループ部は空間的に配置される。本明細書において「空間的」という用語は、平面的及び立体的を両方含む意である。例えば、2次元平面における不規則的又は規則的な配置、及び3次元空間における不規則的又は規則的な配置は共に空間的な配置である。好ましくは、導電性ループ部は一の平面上又は互いに平行な複数の平面上に規則的に配置される。規則的な配置は、上記平面と垂直な方向からみた場合に実現されていれば足りる。つまり、導電性ループ部を複数の平面上に形成する場合、個々の平面上の配置にまで厳密な規則性は要求されず、それを複数枚重ねて平面と垂直な方向からみた場合に規則性のあるパターンが実現されていればよいのである。

【0020】そして、平面と垂直な方向から見て隣接する導電性ループ部同士は互いに接近させることを要する。そのことにより、低周波数電磁波を吸収する性能が増大するからである。より具体的には、隣接する導電性ループ部の外周部同士が可及的に接近していることを要する。

【0021】但し、導電性ループ部の外周部同士は接触してはならない。すなわち、各導電性ループ部は電氣的に絶縁する必要がある。各導電性ループ部が電氣的に導通されると導電性ループパターンの電磁波吸収特性が失われ、電磁波反射性が生じる。

【0022】導電性ループ部の外周部は図1A、外周部間距離d、に示すように2次的に接近させてもよく、図1B、外周部間距離d、に示すように3次的に接近

させてもよい。ただし、導電性ループ部の外周部を3次的に接近させる場合に、平面と垂直な方向から見て導電性ループ部の外周部同士を完全に重複させることは好ましくない。

【0023】配置の様式は特に限定されない。例えば、図2A及びBに示すような配置が挙げられ、格子状や最密充填状に個々の導電性ループ部を配置せうる。導電性ループ部の数を増やせば導電性ループパターンの電磁波吸収能が高まる。また、導電性ループ部の外周部の可及的に近接した部分が多いほど電磁波吸収能が高まる。従って、好ましい配置の態様は最密充填状である。更に好ましい導電性ループパターンは、正六角形の導電性ループ部を最密充填状に配置したものである。

【0024】本発明の一態様では、個々の導電性ループ部は、一の平面上に配置される。この場合、導電性ループ部の外周部間距離は、一般に1mm以下、好ましくは100 $\mu$ m以下、さらに好ましくは20 $\mu$ m以下とする。導電性ループ部間距離が1mmを上回ると低周波電磁波の吸収が困難となる。

【0025】別の態様では、個々のループ部は、互いに平行な複数の平面上にそれぞれ配置される。具体的には、例えば、導電性ループ部を設けた絶縁性フィルム（例えば、樹脂フィルム）を複数枚重ねて、上記平面と垂直な方向からみた場合に規則的に配置された複数の導電性ループ部から成るパターンを形成することができる。

【0026】この場合の利点は、導電性ループ部の外周部間距離がフィルムの厚さとなることである。すなわち、各導電性ループ部は樹脂フィルムにより電氣的に絶縁され、しかもフィルムの厚さ程度という微小な導電性ループ部の外周部間距離が実現できる。

【0027】この場合、導電性ループ部の外周部間距離は、一般に100 $\mu$ m以下、好ましくは25 $\mu$ m以下である。尚、一般に厚さ5 $\mu$ m以下の樹脂フィルムの作製は困難であるが、リソグラフィ法を用いて導電性ループパターンを形成する逐次積層法により、導電性ループ部の外周部間に5 $\mu$ m以下の樹脂層を形成することができる。

【0028】上述の導電性ループパターンを用いて、特に薄型軽量で低周波数電磁波吸収性に優れる電磁波吸収材を形成できる。好ましい一態様では、図3に示すように、電磁波反射層301、絶縁性中間層302、および上述の導電性ループパターンを有する導電性パターン層303、を順次積層することにより、電磁波吸収材が得られる。

【0029】本発明の電磁波反射層301は対象とする電磁波を反射する能力のある層である。導電性材料の薄膜又はこれを基材上に設けたものが一般に用いられる。導電性材料の薄膜は基材上に箔ラミネート、蒸着、スパッタリング、コーティングなどの手段で設けることがで

きる。導電性材料の薄膜の厚さは特に限定されないが、一般に $1 \times 10^{-6} \sim 1 \text{ mm}$ 、好ましくは $1 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-2} \text{ mm}$ である。導電性材料としては、アルミ、銅、クロム等の金属類、ITO、酸化錫等の導電性金属酸化錫が挙げられる。

【0030】また、電磁波を反射する能力がある導電性材料のパターン又はこれを基材上に設けたものを電磁波反射層301として用いてもよい。基材を透明とすることにより、透視性を有する電磁波吸収材が得られるからである。

【0031】その場合、導電性材料のパターンは電磁波を反射する必要があるため、任意の2点において導通し、最大隙間幅が対象とする電磁波の波長の $1/10$ を下回ることを要する。好ましい導電性材料のパターンは、図8に示すような導電性材料の格子又はメッシュである。

【0032】本発明で得られる電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長を考慮すれば、格子の線間距離は $100 \sim 2000 \mu\text{m}$ 、好ましくは $100 \sim 1000 \mu\text{m}$ 、更に好ましくは $100 \sim 500 \mu\text{m}$ である。また、格子を構成する線幅は特に限定されないが、一般に $4 \sim 500 \mu\text{m}$ 、好ましくは $30 \sim 300 \mu\text{m}$ である。

【0033】この導電性材料のパターンは、後述の、導電性パターン層303上に導電性ループパターンを形成する方法と同様にして絶縁性基材の上に形成することができる。

【0034】本発明の絶縁性中間層302は絶縁性材料である。空気、プラスチックシート、その発泡製品、無機または有機の多孔質材料等が一般に用いられる。電子機器のプラスチック製外壁、一般建材に用いられるボード類を利用してもよい。

【0035】絶縁性中間層の厚さは、得られる電磁波吸収材が吸収する電磁波の波長、導電性ループ部の外周長さ及び直径等を考慮して設計する。一般には、 $0.1 \sim 10 \text{ mm}$ 、好ましくは $0.1 \sim 4 \text{ mm}$ である。絶縁性中間層の厚さが $0.1 \text{ mm}$ を下回ると低周波の電磁波吸収性が低下する可能性があり、 $10 \text{ mm}$ を上回ると得られる電磁波吸収材が高高となり、その取扱いが困難となる。

【0036】常識的なループアンテナ理論から言えば、導電性ループに電磁波吸収性を持たせるためには、その外周長さを吸収する電磁波の波長の $1/2$ とすることが好ましい。他方、本発明者らの経験則では、電磁波反射層、絶縁性中間層および導電性パターン層を有する電磁波吸収材の導電性パターン層として導電性ループを用いる場合、電磁波吸収材の電磁波吸収性を高めるためには、ループの直径と絶縁性中間層の厚さとをほぼ同等とすることが好ましい。

【0037】従って、この関係から、TV波のような波長数メートルの低周波電磁波を効率良く吸収するために

は、外周長さ数メートルの導電性ループを用い、厚さ数十センチメートル以上の絶縁性中間層が必要となる。

【0038】ところが、本発明の導電性ループパターンでは、導電性ループの外周長さが吸収する電磁波の波長の50%未満であるため、絶縁性中間層もその直径と同等の厚さで足りる。すなわち、本発明では、TV波のような波長数メートルの低周波電磁波を直径数ミリ程度の導電性ループで吸収できるため、絶縁性中間層もこれに対応して数ミリ程度と非常に薄くすることができる。

10 【0039】本発明の一態様では、導電性パターン層303は一の平面上に規則的に配置された複数の導電性ループ部とそれを支持する材料とから構成される。この材料としては一般に樹脂フィルムのような絶縁性フィルムを用いる。導電性ループパターンは種々の方法により樹脂フィルム上に形成できる。例えば、導電性インキを用いて導電性ループを印刷する方法、樹脂フィルム上に積層された金属膜を選択的に除去して導電性ループを残す方法等が挙げられる。

20 【0040】好ましい方法は、まず、樹脂フィルム上に導電性金属薄膜層を全面に形成し、この金属薄膜を適当な方法（例えば、リソグラフィ法等）でパターンを形成する方法である。

【0041】導電性金属薄膜層を樹脂フィルム上に形成する方法は従来公知の方法でよい。例えば導電性金属箔のラミネート方法や、金属薄膜の蒸着スパッタリングまたは無電界メッキ方法等が一般的である。好ましくは金属薄膜の蒸着（具体的には、真空蒸着）またはスパッタリング方法である。使用し得る金属はアルミニウム、銅、ステンレス、クロム、ニッケルなどが挙げられる

30 が、これらに限定されない。

【0042】金属薄膜層を有する樹脂フィルムは種々市販されており、これらを用いてもよい。例えば、アルミニウムを真空蒸着したポリエチレンテレフタレートフィルム（アルミ蒸着フィルム）が食品包装材として、安価かつ大量に市販されており、これを用いることが経済的な面から最も好ましい。

【0043】金属薄膜をパターン化する方法は公知の方法を用いることができる。好適にはリソグラフィ法が挙げられる。

40 【0044】一般にリソグラフィ法は、エッチングレジストを、グラビア印刷、平版印刷及びスクリーン印刷のような公知の印刷法で金属薄膜上に印刷し、その後、エッチング液で非印刷部の金属を溶出してパターンを形成する方法である。但し、導電性ループ部の外周部間の距離が $100 \mu\text{m}$ 以下となるような微細な金属パターンを形成する場合は、写真印刷法によるフォトリソグラフィ法を用いることが好ましい。

50 【0045】本発明のアルミ蒸着フィルムのリソグラフィの場合、アルカリ現象型レジストを用いればエッチングする金属が現像液に可溶であるため、現像行程で同時

に金属エッチングが行われ、パターン形成が容易に出来る。さらに蒸着膜が極めて薄いためレジスト膜も薄膜でよく、経済的であるばかりでなくレジスト乾燥時間および必要露光量が少なく、ロール・ツウ・ロールの高速連続生産が可能となる。

【0046】尚、導電性パターン層303は、絶縁性中間層302の表面上に導電性ループパターンを直接設けることにより省略することができる。例えば、導電性材料を絶縁性中間層302の表面上に熱転写法等によりループパターン状に転写することができる。

【0047】他の態様では、導電性パターン層303は、互いに平行な複数の平面上に規則的に配置された複数の導電性ループ部と、それらを支持する材料から構成される。導電性ループ部を支持する材料としては、一般に樹脂フィルム及び樹脂組成物のような絶縁性材料を用いる。

【0048】このような導電性パターン層の好ましい一態様は、図4に示すように、互いに可及的に接近し実質的に平行な3つの平面上に規則的に配置された複数の導電性ループ部から成り、該平面と垂直な方向からみて導電性ループが最密充填状に配置されている導電性ループパターンを有するものである。

【0049】この導電性パターン層は、図5に示すような、第1の面上に形成され、各導電性ループ部が所定の等間隔で互い違いに並ぶように配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部a、a'、a''、...；第2の平面上に形成され、各導電性ループ部が第1の平面と同様に並ぶように、かつそれらの外周部が導電性ループ部a、a'、a''、...の外周部と可及的に接近するように配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部b、b'、b''、...；及び第3の平面上に形成され、各導電性ループ部が第1の平面と同様に並ぶように、かつそれらの外周部が導電性ループ部a、a'、a''、...の外周部及び導電性ループ部b、b'、b''、...の外周部と、可及的に接近するように配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部c、c'、c''、...；を有する。

【0050】このような導電性パターン層を用いて形成した電磁波吸収材料は、優れた低周波電磁波吸収性を示す。また、この積層型導電性パターン層を更に複数重ねて使用することもできる。この場合、前記導電性ループ部a、b及びc；導電性ループ部a'、b'及びc'；導電性ループ部a''、b''及びc''；...は、それぞれ螺旋状に繰り返して積まれることとなる。

【0051】驚くべきことに、上記積層型導電性パターン層を複数重ねることにより電磁波吸収領域が更に長波長側へシフトする。尚、この場合も、導電性ループ部を正六角形とした場合に特に優れた効果が得られる。

【0052】複数の平面上に規則的に配置された複数の導電性ループ部でなる導電性パターン層は、例えば、以

下に説明する方法で簡便に作製できる。まず、図6に示すように、第1の絶縁性フィルムに所定の等間隔で互い違いに配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部a、a'、a''、...を形成する。

【0053】次いで、第2の絶縁性フィルムに第1の絶縁性フィルムと同様に配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部b、b'、b''、...を形成し、更に第3の絶縁性フィルムに第1の絶縁性フィルムと同様に配置された複数の同一寸法同一形状の導電性ループ部c、c'、c''、...を形成する。

【0054】その後、図7Aに示すように、導電性ループ部a、a'、a''、...の外周部と導電性ループ部b、b'、b''、...の外周部とが互いに可及的に接近するように第1の絶縁性フィルムと第2の絶縁性フィルムとを重ねる。そして、図7Bに示すように、導電性ループ部a、a'、a''、...の外周部及び導電性ループ部b、b'、b''、...の外周部と、導電性ループ部c、c'、c''、...の外周部とが、互いに可及的に接近するように第3の絶縁性フィルムを更に重ねることにより、絶縁性フィルムの面と垂直な方向からみて最密充填状に複数の導電性ループを配置する。

【0055】電磁波反射層301、絶縁性中間層302、および導電性パターン層303、を積層する方法は当業者に周知である。例えば、絶縁性中間層302を基材として用いて、電磁波反射層301をメッキ又は蒸着させてよい。また、電磁波反射層301を別途作製し、接着等の手段で絶縁性中間層302に適用してもよい。

【0056】本発明の大きな意義は、フェライト系材料に比べ大幅に軽量化した電磁波吸収材ができることにある。例えばシールド材にアルミ箔あるいはアルミ蒸着フィルムを用い、本発明の厚みのプラスチック発泡シートを介して本発明のループパターンを有するフィルムを貼れば、 $400\text{ g/m}^2$ 以下の軽量電波吸収シールド材が出来る。これは一般にTVゴースト対策に用いられているフェライト焼結体( $40\text{ kg/m}^2$ 以上)の実に1/100の重量であり、本発明の目的である軽量化を充分果たしうるものである。

【0057】さらにシールドガラス、金属反射板、金属蒸着シールド材、金属メッキシールド材等の既存電波波シールド材上に本発明の電磁波吸収材を適用することで、容易に電磁波吸収シールド構造体に変えることができる。例えば本発明による適性厚みのプラスチック発泡シートの両面に粘着剤を施し片面に本発明の導電性パターンフィルムを貼り付けた粘着テープは電磁波吸収粘着シートとして電子機器金属筐体内面、建物のシールド材表面等に貼るだけで極めて簡単に電磁波吸収を実現できる。

【0058】

【実施例】以下実施例により本発明を具体的に説明する。本発明はこれら実施例に限定されるものと解しては

ならない。

#### 【0059】実施例1

尾池工業製アルミニウム蒸着PETフィルム（蒸着膜厚500Å、PET厚100μm）上に日本ペイント製ポジ型液状レジスト「オプテR P-600」を乾燥膜厚0.5μmになるように塗布し、熱風オーブンで乾燥せしめた。

【0060】レジスト膜の上にマスクを重ね、30mJ/cm<sup>2</sup>の光強度で露光した。露光したレジストを1%苛性ソーダ水で現像し、アルミニウム蒸着膜の露出された部分をエッチングした。直径8mm、外周長さ25mm及び外周部幅0.5mmの円形の導電性ループ部が外周部間距離0.2mmで図2Aに示す状態に配置された導電性ループパターンが形成された。

【0061】尾池工業製アルミニウム蒸着PETフィルム（蒸着膜厚500Å、PET厚100μm）、厚さ2mmのPP発泡シートおよび得られた導電性パターン層を、市販のアクリル系粘着剤を用いてこの順に貼り付け、電磁波吸収材を得た。

【0062】以下の方法により、得られた電磁波吸収材の性能を評価した。結果を表1に示す。

#### 【0063】シールド性能

対向させて設置した1対のガイドホーンアンテナにネットワークアナライザー（HP社製「8510B」）を接続し、フリースペースタイムドメイン法により、アンテナ間の直接伝送波のSパラメータ（S<sub>21</sub>）を測定した。これを透過減衰量0dBとした。次に、電磁波吸収材をアンテナ間に設置し、同様にしてS<sub>21</sub>を測定した。得られた透過減衰量をシールド性能とした。

#### 【0064】電磁波吸収量

平行偏波の電磁波が試料に対して10°で斜入射するように送信側ガイドホーンアンテナを設置した。受信側は、光学反射の方向に同一のガイドホーンアンテナを設置した。ネットワークアナライザーをアンテナに接続し、フリースペースタイムドメイン法により、試料に反射して電送された電磁波のみを抽出してSパラメータ（S<sub>21</sub>）を測定した。

【0065】厚さ1mmのアルミニウム板を試料として用いた場合のS<sub>21</sub>を0dBとした。次にアルミニウム板に代えて電磁波吸収材を設置し、同様にしてS<sub>21</sub>を測定し、反射減衰量を得た。透過減衰量が、測定限界である-40dBになる試料の反射減衰量を電磁波吸収量とした。

#### 【0066】実施例2

異なるマスクを用いること以外は実施例1と同様にし、最大外周径8mm、外周長さ28mm及び外周部幅0.5mmの正六角形の導電性ループ部が、外周部間距離0.5mmで図2Bに示す状態に配置された導電性ループパターンを形成し、これを用いて電磁波吸収材を得た。得られた電磁波吸収材の性能を実施例1と同様にし

て評価した。結果を表1に示す。

#### 【0067】実施例3

異なるマスクを用いること以外は実施例1と同様にし、最大外周径8mm、外周長さ28mm及び外周部幅0.5mmの正六角形の導電性ループ部が、外周部間距離0.2mmで図2Bに示す状態に配置された導電性ループパターンを形成し、これを用いて電磁波吸収材を得た。得られた電磁波吸収材の性能を実施例1と同様にし、結果を表1に示す。

#### 【0068】実施例4

異なるパターンのマスクを用いること以外は実施例1と同様にし、最大外周径3mm、外周長さ14mm及び外周部幅0.5mmの正六角形の導電性ループ部が、外周部間距離（最短距離）5.3mmで図5に示す状態に配置された導電性ループパターンを、3枚のアルミニウム蒸着フィルム上にそれぞれ形成した。

【0069】次いで、隣接する導電性ループ同士が可及的に接近するようにこれらを重ねることにより、図4に示すような、複数の導電性ループ部から成り、平面と垂直な方向からみて導電性ループ部が最密充填状に配置されていて外周部間距離がPET厚100μmである導電性ループパターンを有する導電性パターン層を得た。これを用いて、実施例1と同様にし、電磁波吸収材を得た。得られた電磁波吸収材の性能を実施例1と同様にし、結果を表1に示す。

#### 【0070】実施例5

実施例4で得られた導電性パターン層を3層重ねて導電性パターン層を得、これを用いること以外は実施例1と同様にし、電磁波吸収材を得た。得られた電磁波吸収材の性能を実施例1と同様にし、結果を表1に示す。

#### 【0071】実施例6

実施例5で得られた導電性パターン層を8層（平面の合計数24）重ねて導電性パターン層を得、これを用いること以外は実施例1と同様にし、電磁波吸収材を得た。得られた電磁波吸収材の性能を実施例1と同様にし、結果を表1に示す。

#### 【0072】実施例7

PET厚12μmの尾池工業製アルミニウム蒸着PETフィルムを用いること以外は実施例4と同様にし、外周部間距離がPET厚12μmである電磁波吸収材を得た。得られた電磁波吸収材の性能を実施例1と同様にし、結果を表1に示す。

#### 【0073】実施例8

異なるマスクを用いること以外は実施例1と同様にし、線幅30μm及び線間距離170μmの、図8に示すような、導電性材料のメッシュパターンをPETフィルム上に形成した。反射層として、アルミニウム蒸着PETフィルムの代わりに、この導電性材料のメッシュパターンを有するPETフィルムを用いること以外は実施例



7と同様にして電磁波吸収材を得た。得られた電磁波吸収材の性能を実施例1と同様にして評価した。 \*【0074】

\*【表1】

実施例 No	シールド性 能(dB)	吸収性能 (dB)	吸収最大周 波数(GHz)	中間層の厚 さ(mm)	材料の重量 (g/20×20cm)
1	-40	-10	6	8	8
2	-40	-15	6	8	8
3	-40	-15	4	8	8
4	-40	-10	3	6	16
5	-40	-5	2	6	40
6	-40	-5	1	6	100
7	-40	-15	2	4	6
8	-40	-15	2	4	6

【0075】

【発明の効果】本発明の電波吸収材は従来のフェライト系吸収材の1/50～1/100の軽量化を達成した。さらに、材料の厚さを増加させることなく吸収域を低周波領域へシフトすることができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の導電性ループパターンにおける隣接する導電性ループ部の外周部同士の接近の例を示す斜視図である。

【図2】 本発明の導電性ループパターンの例を示す上面図である。

【図3】 本発明の電磁波吸収材の一態様を示す断面図である。

【図4】 本発明の導電性パターン層の一態様を示す透過斜視図である。

※【図5】 本発明の積層型導電性パターン層を構成するための導電性ループの配置の例を示す上面図である。

【図6】 本発明の積層型導電性パターン層を構成するための導電性ループの配置の例を示す上面図である。

【図7】 本発明の積層型導電性パターン層を構成する過程を示す上面図である。

【図8】 本発明の電磁波反射層として用いうる電磁波を反射する能力がある導電性材料のパターンの一例を示す上面図である。

【符号の説明】

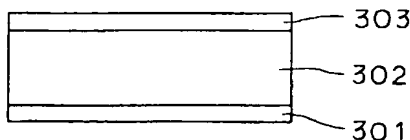
d…導電性ループ部の外周部間距離、

301…電磁波反射層、

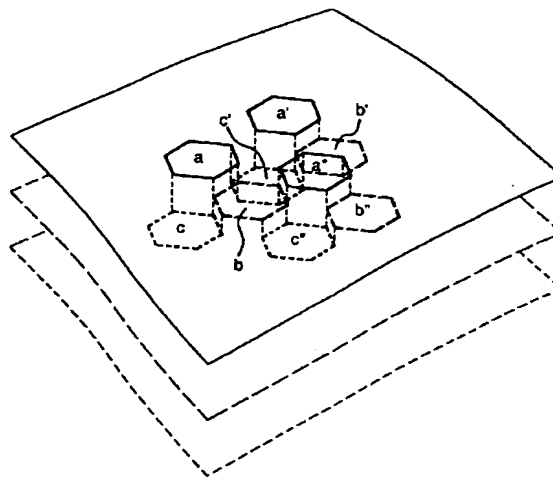
302…絶縁性中間層、

303…導電性パターン層。

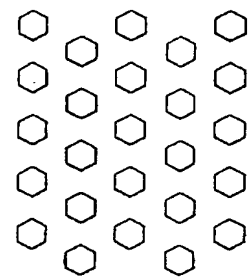
【図3】



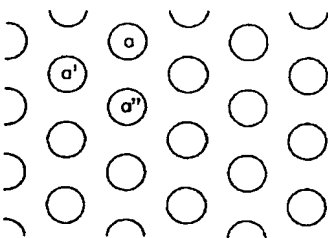
【図4】



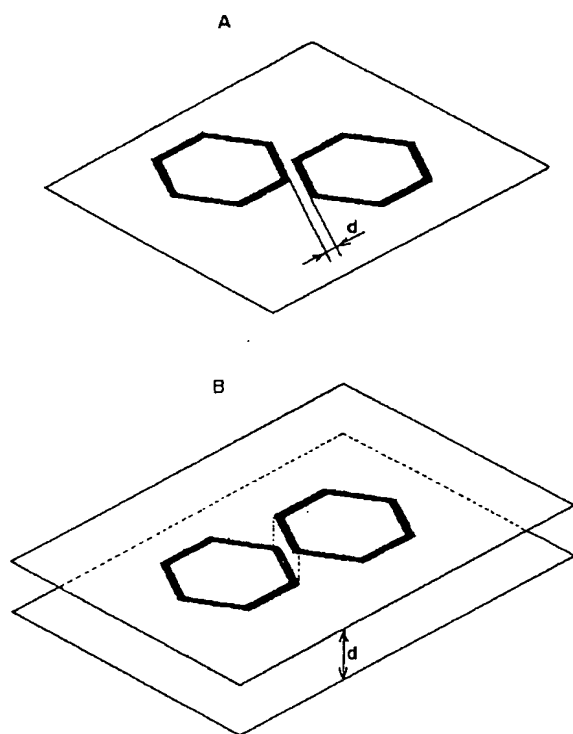
【図5】



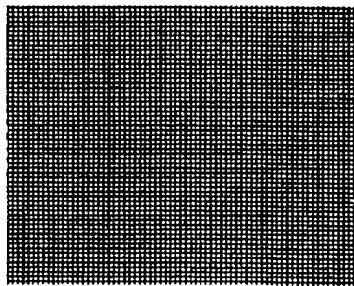
【図6】



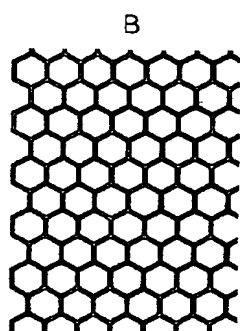
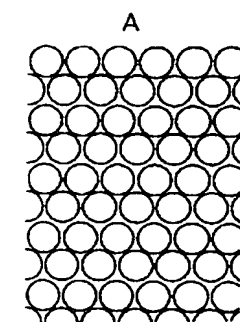
【図1】



【図8】



【図2】



【図7】

